

PAT-NO: JP407337042A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 07337042 A

TITLE: ULTRASONIC ACTUATOR

PUBN-DATE: December 22, 1995

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

MURAMATSU, KENICHI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

NIKON CORP

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP06122530

APPL-DATE: June 3, 1994

INT-CL (IPC): H02N002/00

ABSTRACT:

PURPOSE: To protect a laminate against damage due to tensile stress at the time of excitation by coupling a piezoelectric element, at the end part in the direction perpendicular to the field applying direction, with a resilient body on which a traveling oscillatory wave is generated.

CONSTITUTION: Piezoelectric elements 121, 122 are coupled, at the end parts in the direction perpendicular to the field applying direction, with a resilient body 111. The piezoelectric elements 121, 122 are excited by a drive (signal to generate a traveling wave on the resilient body 111. Consequently, elliptical movement takes place on both drive faces 111a, 111b of the resilient body 111. Since the piezoelectric elements 121, 122 utilizes the reverse piezoelectric effect in the direction of d_{31} for excitation, a sufficient amplitude can be ensured without laminating the piezoelectric in the direction of amplitude of oscillation. This structure can protect the laminate against damage due to tensile stress at the time of oscillation.

COPYRIGHT: (C)1995,JPO

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-337042

(43) 公開日 平成7年(1995)12月22日

(51) Int. Cl.⁶

H 0 2 N 2/00

識別記号

C

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平6-122530

(22) 出願日 平成6年(1994)6月3日

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72) 発明者 村松 研一

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株

式会社ニコン内

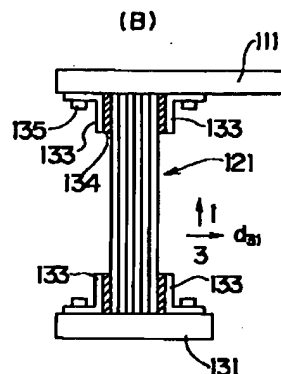
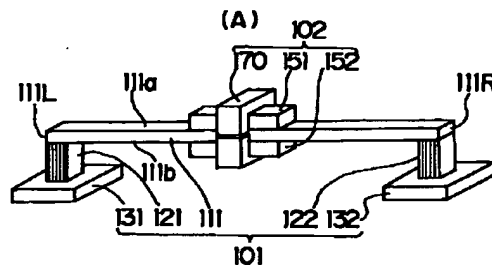
(74) 代理人 弁理士 鎌田 久男 (外1名)

(54) 【発明の名称】 超音波アクチュエータ

(57) 【要約】

【目的】 励振時の引張応力により、積層が破損することを防止する。

【構成】 圧電材料又は電歪材料からなり、駆動信号を電界印加方向に加えることにより励振する第1及び第2の電気機械変換素子121、122と、一方向に長く伸びた形状を成し、その両端部近傍に前記第1及び第2の電気機械変換素子121、122がそれぞれ結合されており、それらの電気機械変換素子の励振により進行性振動波が発生する弾性体111と、弾性体に加圧接触せられる移動子とを含み、各電気機械変換素子121、122は、電界印加方向と垂直方向に延びた端部が弾性体に結合している。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 圧電材料又は電歪材料からなり、駆動信号を電界印加方向に加えることにより励振する第1及び第2の電気機械変換素子と、

一方向に長く伸びた形状を成し、その両端部近傍に前記第1及び第2の電気機械変換素子がそれぞれ結合されており、それらの電気機械変換素子の励振により進行性振動波が発生する弾性体と、

前記弾性体に加圧接触させられる移動子とを含む超音波アクチュエータにおいて、

前記各電気機械変換素子は、前記電界印加方向と垂直方向に延びた端部が前記弾性体に結合していることを特徴とする超音波アクチュエータ。

【請求項2】 圧電材料又は電歪材料からなり、駆動信号を電界印加方向に加えることにより励振する電気機械変換素子と、

一方向に長く伸びた形状を成し、その一端部近傍に前記電気機械変換素子が結合されており、その電気機械変換素子の励振により進行性振動波が発生する弾性体と、

前記弾性体の他端部近傍に結合されており、前記進行性振動波を吸収する吸収部と、

前記弾性体に加圧接触させられる移動子とを含む超音波アクチュエータにおいて、

前記電気機械変換素子は、前記電界印加方向と垂直方向に延びた端部が前記弾性体に結合していることを特徴とする超音波アクチュエータ。

【請求項3】 請求項1又は請求項2に記載の超音波アクチュエータにおいて、

前記電気機械変換素子は、前記電界印加方向に積層されていることを特徴とする超音波アクチュエータ。

【請求項4】 請求項1～請求項3のいずれか1項に記載の超音波アクチュエータにおいて、

前記電気機械変換素子の近傍に、その電気機械変換素子と平行に設けられたガイド部材とを備えたことを特徴とする超音波アクチュエータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、電気機械変換素子の励振により、進行性振動波を発生する超音波アクチュエータに関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、この種の超音波アクチュエータの内でリニア型のものは、例えば、直線状の弾性体に進行性振動波（以下、進行波と略す）を生じさせ、弾性体駆動面に移動子を加圧接触させて駆動させる構造〔第35回構造強度に関する講演会講演集（平成5年7月6日～8日）p280～283「進行波型リニア超音波モータの試作」（樋口 健）等〕が公知である。

【0003】図5は、超音波アクチュエータの従来例を示す斜視図である。従来の超音波アクチュエータは、固

定子1と移動子2とから構成されている。固定子1は、駆動方向に伸長した形状であり、駆動面11aに駆動力が発生する弾性体11と、この弾性体11の左端部11L及び右端部11Rの近傍に接合された進行波発生用の圧電素子21及び進行波吸収用の圧電素子23とから構成されている。移動子2は、弾性体11の駆動面11aに不図示の加圧手段によって加圧接触され、弾性体11に発生する進行波により移動する。

【0004】この超音波アクチュエータは、弾性体11の一端近傍に装着した圧電素子21によって弾性体11を励振させ、弾性体11の他端近傍に装着した圧電素子23により弾性体の振動を吸収する方法により、弾性体11に一方向のみの進行波を生じさせることができる。このような方式の超音波アクチュエータは、弾性体11を長くできることから比較的長い距離を駆動させることができる、という利点がある。

【0005】一方、前述した樋口氏によると、弾性体の両端を加振することによって、進行波を発生することも提案している。図6は、両端加振型の超音波アクチュエータの従来例の構造及び動作原理を説明する図である。両端加振型の超音波アクチュエータは、弾性体11の左端部11L及び右端部11Rに圧電素子21、22が設けられている。まず、図6(a)に示すように、圧電素子21によって、弾性体11の左端部11Lを加振することにより、弾性体11に定在波Aが発生する〔図6(c-1)〕。この場合、非加振側(11R)を支持端とみなすことができるので、定在波は、支持端側が節となり加振端側が腹となる。

【0006】また、図6(b)に示すように、圧電素子22によって、弾性体11の右端部11Rを加振することにより、同様に一方が節となり他方が腹となる定在波Bが発生する〔図6(c-2)〕。これらの定在波Aと定在波Bとは空間的位相差が $\lambda/4$ ずれている。従って、定在波Aと定在波Bとの時間的位相差を $\lambda/4$ ずらしてやると、その合成波は進行波となる〔図6(c-3)〕。

【0007】このような進行波の発生方法は、前記した講演会講演集に示した方法と比較すると、弾性体11の進行波を吸収しないために、エネルギー効率を向上することができる、という利点がある。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】前述した従来の超音波アクチュエータでは、積層型の圧電素子は、両面に電極をもつ圧電体の板が数十層積み重なった構造をもっている。この積層型の圧電素子は、各電極に電界が印加されることにより、各圧電体の板に圧電逆効果による電界誘起歪みが発生し、その電界誘起歪みを積み重ねることによって大きな変位を得るようにしていた。

【0009】この場合に、利用する圧電逆効果は、電界印加方向の歪みである d_{33} 方向の圧電逆効果である〔図

5 (B)の前側の添字は、電界印加方向を示し、後ろ側の添字は、歪み方向を示している。圧電逆効果による電界誘起歪みは、印加電界の電界強度に比例するので、低電圧で駆動させるためには、電極間をできるだけ狭くする必要があり、結果的に、圧電体の板は薄くならざるを得ない。

【0010】しかし、圧電素子は、電界印加方向の歪みである d_{33} 方向の圧電逆効果を利用する場合に、薄板状の圧電体では、圧電体自体の歪み量が大きくても、変位量としては小さくなってしまふ。このために、積層型の圧電素子としては、圧電体の薄板を数十枚積層させることによって、必要な変位量を得るようにしている。 d_{33} 方向の圧電逆効果は、代表的な圧電材料であるPZTの場合では、1mm当たり1kVの電圧を印加しても、発生する歪み量は、 10^{-4} のオーダーであるために、常識的な電圧で駆動させることを考えると、1枚の圧電体の板で得られる変位量は、非常に小さい。

【0011】以上のような理由から、 d_{33} 方向の圧電逆効果を利用して、圧電素子によって直接に励振させる場合には、圧電素子は積層構造をとらざるをえない。このことは、圧電材料の代わりに、電歪材料を用いても同様の結果になる。このように、前述した従来の超音波アクチュエータでは、弾性体を励振させるために、積層型の圧電素子の d_{33} 方向の圧電逆効果を利用しているの、特に、高周波で励振させた場合に、圧電素子の引っ張り時に、圧電体の板の積層方向に強い引張応力がかかることになる。このような積層型の圧電素子は、1枚1枚の圧電体を、電極を介して積層又は接着などしているために、この方向の引張応力には弱く、特に、高い周波数で振動させた場合に、弾性体の質量分の力も加わり、積層体の積層部分に破損が生じやすい、という問題があった。

【0012】本発明の目的は、前述した課題を解決して、励振時の引張応力により、積層が破損することを防止できる超音波アクチュエータを提供することである。

【0013】

【課題を解決するための手段】前記課題を解決するために、本発明の超音波アクチュエータの第1の解決手段は、圧電材料又は電歪材料からなり、駆動信号を電界印加方向に加えることにより励振する第1及び第2の電気機械変換素子と、一方向に長く伸びた形状を成し、その両端部近傍に前記第1及び第2の電気機械変換素子がそれぞれ結合されており、それらの電気機械変換素子の励振により進行性振動波が発生する弾性体と、前記弾性体に加圧接触させられる移動子とを含む超音波アクチュエータにおいて、前記各電気機械変換素子は、前記電界印加方向と垂直方向に延びた端部が前記弾性体に結合していることを特徴としている。

【0014】第2の解決手段は、圧電材料又は電歪材料からなり、駆動信号を電界印加方向に加えることにより

励振する電気機械変換素子と、一方向に長く伸びた形状を成し、その一端部近傍に前記電気機械変換素子が結合されており、その電気機械変換素子の励振により進行性振動波が発生する弾性体と、前記弾性体の他端部近傍に結合されており、前記進行性振動波を吸収する吸収部と、前記弾性体に加圧接触させられる移動子とを含む超音波アクチュエータにおいて、前記電気機械変換素子は、前記電界印加方向と垂直方向に延びた端部が前記弾性体に結合していることを特徴としている。

10 【0015】第3の解決手段は、第1又は第2の解決手段の超音波アクチュエータにおいて、前記電気機械変換素子は、前記電界印加方向に積層されていることを特徴としている。

【0016】第4の解決手段は、第1～第3のいずれか1つの解決手段の超音波アクチュエータにおいて、前記電気機械変換素子の近傍に、その電気機械変換素子と平行に設けられたガイド部材とを備えたことを特徴としている。

【0017】

20 【作用】本発明では、電気機械変換素子は、圧電材料又は電歪材料からなる素子の電界印加方向と垂直方向の変位を利用したので、振動方向に積層を施さなくても、低電圧で大きな変位を得ることができる。つまり、電界印加方向と垂直な方向の歪みである d_{31} 方向の圧電逆効果を利用するので、圧電体の電界印加方向の厚さを薄くする一方で、歪み方向の長さを拡大することが可能であり、低電圧で高電界を得ることと、大きな変位を得ることを同時に追求することができる。したがって、振動方向の積層を施さなくても、低電圧で大きな変位をもたらすことが可能になる。これにより、励振時に励振による積層の破損を回避することが可能になる。このことは、圧電材料の代わりに電歪材料を用いても同様な効果が得られる。

【0018】

【実施例】図1は、本発明による超音波アクチュエータの第1実施例を示す斜視図、図2は、第1実施例の超音波アクチュエータの移動体を示す断面図である。第1実施例の超音波アクチュエータは、固定子101と移動子102とから構成されている。固定子101は、電気エネルギーを機械エネルギーに変換する電気機械変換素子（以下、単に圧電素子と称する）121、122と、駆動方向に伸長した形状であり、左端部111L、右端部111Rの近傍に圧電素子121、122が接合されており、2種類の定在波を重なりあわせることによって発生する進行波（図6参照）により2つの駆動面111a、駆動面111bに駆動力が発生する弾性体111と、圧電素子121、122を固定支持することによって弾性体111自体を支持する支持体131、132とから構成される。

50 【0019】この実施例では、圧電素子121（12

2)は、従来の積層型の圧電素子21(22)を横倒しにしたような構造を持ち、弾性体111の励振には、 d_{31} 方向の圧電逆効果〔図1(B)参照〕が利用される。圧電素子121は、弾性体111及び支持体131に、固定部材133によって固定されている。圧電素子121は、固定部材133に接着剤134によって接合され、弾性体111及び支持体131とはボルト135によって固定されている。

【0020】図2は、第1実施例に係る超音波アクチュエータの移動子を詳細に示す断面図である。移動子102は、弾性体111の各駆動面111a、111bに加圧接触されており、駆動面111a、111bの駆動力を摩擦的に受ける摺動部151、152と、摺動部151、152を弾性体111の駆動面111a、111bにそれぞれ加圧接触させる加圧手段160(図1では連結手段に隠れている)と、それぞれの摺動部151、152が一体的に駆動されるように摺動部151、152と係合し、連結している連結手段170と、から構成されている。

【0021】連結手段171、172は、移動子102の移動方向に対しては、例えば、摺動部151、152と連結部171、172とにそれぞれ凹凸溝等設けて、摺動部151、152とともに移動できるようにしているが、移動子102の移動方向と垂直方向(加圧方向)に対しては、摺動部151、152とは独立して可動できるようにしてある。加圧手段160は、ゴムやバネ等の弾性部材161、162を有し、この弾性部材161、162をネジとナットのような調整手段163、164により加圧量を調整できるようにしてある。

【0022】以上のような構成によると、圧電素子121、122は、駆動信号により励振され、弾性体111に進行波が発生する。このとき2つの駆動面111a、111bの双方に進行波に伴う楕円運動が生じる。摺動部151、152は、加圧手段160によりそれぞれ駆動面111a、111bに加圧接触され、それぞれ弾性体111の駆動面111a、111bから駆動力を得て、駆動される。連結手段170はそれぞれの摺動部151、152と係合しているために、摺動部151、152とともに移動する。移動子102は複数の駆動面111a、111bから駆動力を得ているために、大きな駆動力を得ることができる。

【0023】このときに、圧電素子121、122は、励振に d_{31} 方向の圧電逆効果を利用しているために、振動の振幅方向に圧電体を積層せずに、十分な振幅を得ることができるので、励振時の引張応力による積層の破損を回避することができる。

【0024】なお、本発明は、図5で説明した弾性体11の一端側を加振して、弾性体11の他端側から進行波を吸収する方式にも、同様に適用できる。しかし、第1の実施例のように、弾性体111の両端を加振して、進

行波を発生させる方式では、進行波の振幅が大きく、大きな引張応力が働くために、本発明の効果はより大きい。

【0025】図3(A)は、本発明による超音波アクチュエータの第2実施例を示す図である。なお、以下に説明する各実施例では、前述した第1実施例と同様な機能を果たす部分には、同一の符号を付して、重複する説明を省略する。第2実施例では、弾性体111と支持体131に、ガイド部材136、137をボルト135によって固定し、ガイド部材136、137と圧電素子121との間は、接着していない。また、ガイド部材136、137の間は、圧電素子121の振幅分以上の隙間が設けられている。この実施例では、ガイド部材136、137を設けたので、圧電素子121が座屈などを起こすことなく、安定した支持が可能となる。

【0026】図3(B)は、本発明による超音波アクチュエータの第3実施例を示す図である。第3実施例では、圧電素子121Aは、2枚の圧電体からなり、圧電素子121Aも固定部材133にボルト138によって固定されている。このとき、ボルト138は、圧電素子121Aを構成する圧電体を貫通しないようにして、導通しないようにしてある。第3実施例によれば、ボルト138を用いて固定しているので、簡単かつ確実に固定することができる。

【0027】図4は、本発明による超音波アクチュエータの第4実施例を示す図である。第4実施例では、圧電素子221は、円筒形の圧電体の外壁及び内壁に、電極222、223を形成したものである。第4実施例によれば、圧電素子221が円筒形であるので、ガイド部材などを設けなくとも、座屈などを起こすことなく、安定して支持することができる。

【0028】以上説明した実施例に限定されず、種々の変形や変更が可能であって、それらも本発明に含まれる。例えば、前述した各実施例に対して、弾性体に進行波を発生させる方法として、弾性体の両端を加振して進行波を発生させる方式を用いて説明したが、図5によって説明したような、弾性体の一端側を加振して弾性体の他端側から進行波を吸収する方式にも同様に適用できる。

【0029】また、前記各実施例では、電気-機械変換素子を圧電素子として説明したが、電歪素子としてもよい。また、圧電素子は、積層したものを例に説明したが、支持強度が十分であれば、1枚であってもよい。

【0030】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、電気機械変換素子の電界印加方向と垂直方向の変位を利用したので、振動方向に積層を施さなくても、低電圧で大きな変位を得ることができる。したがって、振動方向の積層を施さなくても、低電圧で大きな変位をもたらすことが可能になり、励振時に励振による積層の破損を回

避することができる、という効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による超音波アクチュエータの第1実施例を説明する外観図である。

【図2】第1実施例に係る超音波アクチュエータの移動子を説明する断面図である。

【図3】図3(A)は、本発明による超音波アクチュエータの第2実施例を説明する図、図3(B)は、本発明による超音波アクチュエータの第3実施例を説明する図である。

【図4】本発明による超音波アクチュエータの第4実施例を説明する図である。

【図5】従来の超音波アクチュエータの一例を説明する外観図である。

【図6】従来の両端加振型の超音波アクチュエータの一例の構成を動作原理とともに説明する図である。

【符号の説明】

101 固定子

102 移動子

111 弾性体

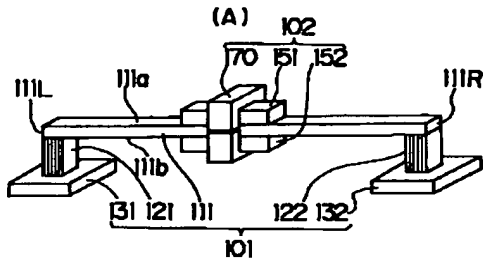
121、122 圧電素子

10 131、132

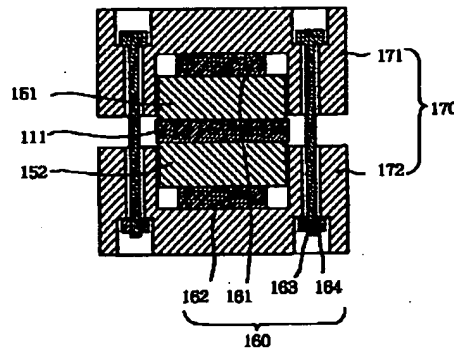
160 加圧手段

170 連結手段

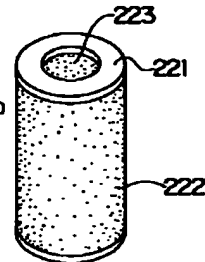
【図1】



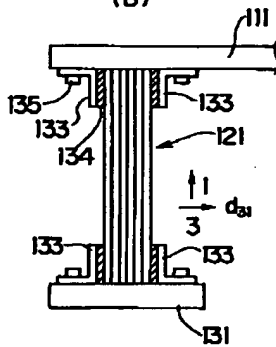
【図2】



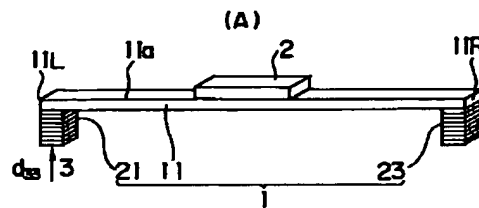
【図4】



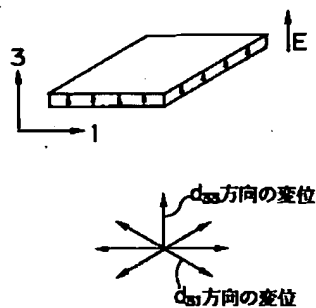
(B)



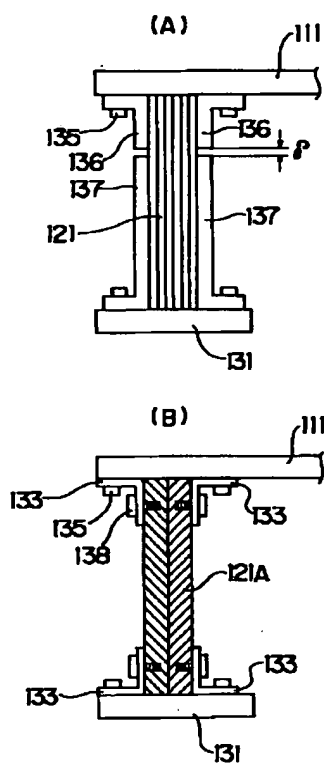
【図5】



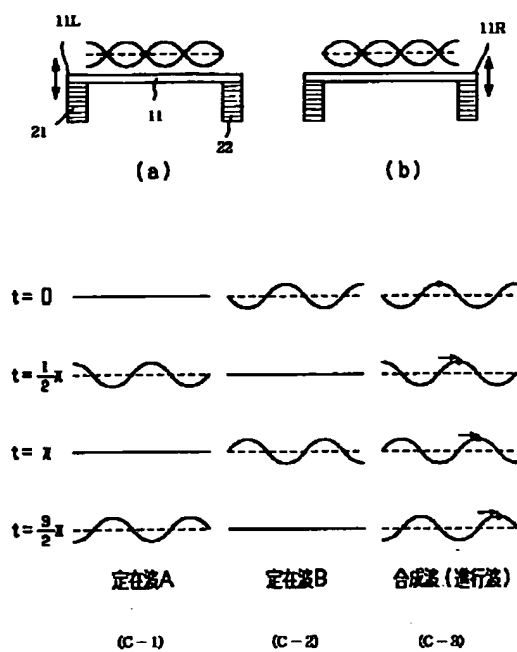
(B)



【図3】



【図6】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.